

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001253799

PUBLICATION DATE : 18-09-01

APPLICATION DATE : 10-03-00

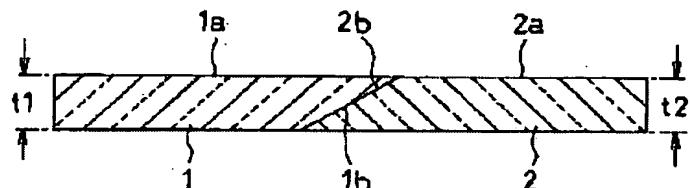
APPLICATION NUMBER : 2000066693

APPLICANT : NIPPON PILLAR PACKING CO LTD;

INVENTOR : TANISHITA YASUKAZU;

INT.CL. : C30B 29/36 C30B 33/02 C30B 33/06

TITLE : METHOD FOR PRODUCING SINGLE CRYSTAL SILICON CARBIDE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a single crystal SiC which is improved in quality, has a large-size area and can be used in wider application ranges and to provide a method for producing the same.

SOLUTION: A large-size single crystal SiC is obtained by subjecting a plurality of SiC single crystal substrates 1 and 2 to heat treatment under an inert gas atmosphere containing excess Si in such a state that the end surfaces 1b and 2b inclined to a prescribed face, e.g. the (0001) face, or the like are abutted together and mutually superposed, thereby unifying the SiC single crystal substrates 1 and 2 in such a state that the inclined end surfaces 1b and 2b of the SiC single crystal substrates 1 and 2 are completely and closely jointed.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-253799
(P2001-253799A)

(43)公開日 平成13年9月18日 (2001.9.18)

(51)Int.Cl.
C 30 B 29/36
33/02
33/06

識別記号

F I
C 30 B 29/36
33/02
33/06

テ-マコート^{*}(参考)
A 4 G 0 7 7

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2000-66693(P2000-66693)

(22)出願日 平成12年3月10日 (2000.3.10)

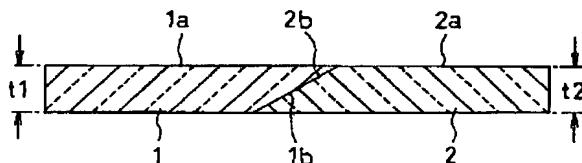
(71)出願人 000229737
日本ピラー工業株式会社
大阪府大阪市淀川区野中南2丁目11番48号
(72)発明者 谷下 保延
兵庫県三田市下内神宇打場541番地の1
日本ピラー工業株式会社三田工場内
(74)代理人 100072338
弁理士 鈴江 孝一 (外1名)
Fターム(参考) 4G077 BE08 ED06 FF07 HA12

(54)【発明の名称】 単結晶SiC及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 品質の向上だけでなく、面積的に大型サイズで応用範囲の著しい拡大を図ることができる単結晶SiC及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 複数枚のSiC単結晶基板1, 2をそれらの例えば(0001)面等の所定の面に対して傾斜する端面1b, 2b同士の突き合わせ状に重ねた状態で、不活性ガス雰囲気、かつ、Siの過剰雰囲気下で熱処理することにより、複数枚のSiC単結晶基板1, 2同士を傾斜端面1b, 2bが完全に密着接合した状態で一体化して大型サイズの単結晶SiCを得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の面に対して傾斜する端面を有する複数枚のSiC単結晶基板をそれらの傾斜端面同士の突き合わせ状に重ねた状態で、不活性ガス雰囲気、かつ、Siの過剰雰囲気下で熱処理することにより、複数枚のSiC単結晶基板同士を接合し一体化してなることを特徴とする単結晶SiC。

【請求項2】 互いに接合されるSiC単結晶基板は、そのポリタイプが4H同士、6H同士、4Hと6H、3Cと4H、3Cと6Hまたは3C同士の組み合わせの中から選択された一つである請求項1に記載の単結晶SiC。

上記所定の面が、(0001)面、(1120)面および

(1010)面からなる群から選択されたものである請求項

1乃至3のいずれかに記載の単結晶SiC。

【請求項5】 所定の面に対して傾斜する端面を有する複数枚のSiC単結晶基板をそれらの傾斜端面同士が突き合わせられるように重ねた状態で、これら複数枚のSiC単結晶基板を不活性ガス雰囲気、かつ、Siの過剰雰囲気下で熱処理することにより、複数枚のSiC単結晶基板同士を接合し一体化することを特徴とする単結晶SiCの製造方法。

【請求項6】 互いに接合されるSiC単結晶基板として、そのポリタイプが4H同士、6H同士、4Hと6H、3Cと4H、3Cと6Hまたは3C同士の組み合わせの中から選択された一つを用いる請求項5に記載の単結晶SiCの製造方法。

上記所定の面が、(0001)面、(1120)面および

(1010)面からなる群から選択されたものである請求項

5乃至7のいずれかに記載の単結晶SiCの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、単結晶SiC及びその製造方法に関するもので、詳しくは、発光ダイオードや整流素子、スイッチング素子、增幅素子、光センサーなどの高温半導体電子素子の基板ウエハなどに適用される単結晶SiC及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】SiC(炭化珪素)の単結晶体は、耐熱性および機械的強度に優れているだけでなく、不純物の添加によって電子や正孔の価電子制御が容易である上、広い禁制帯幅を持つ(因みに、6H型のSiC単結晶で約3.0eV、4H型のSiC単結晶で3.26eV)ために、Si(シリコン)やGaAs(ガリウムヒ素)などの既存の半導体材料では得ることができない優れた高温特性、高周波特性、耐圧特性、耐環境特性を実現す

C。

【請求項3】 所定の面に対し傾斜する端面を有する複数枚のSiC単結晶基板をそれらの傾斜端面同士を突き合わせ状に重ねた状態で、不活性ガス雰囲気、かつ、Siの過剰雰囲気下で熱処理することにより、複数枚のSiC単結晶基板同士を接合してなる単結晶SiCを種結晶とし、この種結晶の所定の面上に気相、液相もしくは固相成長によりSiC単結晶を一体に育成してなることを特徴とする単結晶SiC。

【請求項4】

【外1】

上記所定の面が、(0001)面、(1120)面および

(1010)面からなる群から選択されたものである請求項

1乃至3のいずれかに記載の単結晶SiC。

【請求項7】 所定の面に対し傾斜する端面を有する複数枚のSiC単結晶基板をそれらの傾斜端面同士が突き合わせられるように重ねた状態で、不活性ガス雰囲気、かつ、Siの過剰雰囲気下で熱処理することにより、複数枚のSiC単結晶基板同士が接合された単結晶SiCを製造し、この製造された単結晶SiCを種結晶として使用し、この種結晶の所定の面上に気相、液相もしくは固相成長によりSiC単結晶を一体に育成することを特徴とする単結晶SiCの製造方法。

【請求項8】

【外2】

上記所定の面が、(0001)面、(1120)面および

(1010)面からなる群から選択されたものである請求項

5乃至7のいずれかに記載の単結晶SiCの製造方法。

ることが可能で、次世代のパワーデバイス用半導体材料として注目され、かつ期待されている。

【0003】ところで、この種のSiC単結晶の製造方法として、従来では、所定の面、例えば(0001)面を露出させたSiC単結晶基板を種結晶として用い、このSiC単結晶基板の(0001)面上に昇華再結晶法による気相成長によってSiC単結晶を一体に育成する改良レーリー法が一般的に知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の改良レーリー法による製造方法は、結晶成長速度が約 $100\mu\text{m}/\text{hr}$ 程度と非常に低いのはもとより、気相成長によって得られたSiC単結晶には多くの欠陥が存在し品質面で十分満足することができないばかりではなく、気相成長時にSiC単結晶基板の(0001)面に対してオーバーハング状態に育成されるSiC単結晶によりSiC単結晶基板が徐々に大きくなる程度

で、面積的に大きくて応用範囲の拡大に繋がるような大型の単結晶SiCは到底得ることができない。因みに、改良レーリー法によって製造され現在市販されている単結晶SiCは、直径2インチ(約5cm)程度のものが最大サイズであり、それ以上に大きいサイズの単結晶SiCは現存しない。したがって、既述のようにSiやGaAsなどの既存の半導体材料に比べて多くの優れた特徴を有する単結晶SiCの実用化を促進する上で、応用範囲の拡大に繋がるような大型で、かつ、高品質な単結晶SiCの出現が強く要望されている。

【0005】本発明は上記の要望に応えるべくなされたもので、品質の向上だけでなく、面積的に大型サイズで応用範囲の著しい拡大を図ることができる単結晶SiC及びその製造方法を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

ここで、SiC単結晶基板の所定の面としては、

(0001)面、(1120)面および(1010)面から

なる群から選択されたものであればよい。

【0008】上記構成の請求項1及び請求項5に記載の発明によれば、複数枚のSiC単結晶基板の所定の面、例えば(0001)面に対して傾斜する端面同士を突き合わせ状に重ねて熱処理することにより、(0001)面などの所定の面に対して平行な端面同士を突き合わせて熱処理する場合のように、端面同士の全体が密着しないまま熱処理されて複数枚のSiC単結晶基板同士の接合一体化が不完全となったり、あるいは、端面同士の密着性が悪いためにSiC単結晶基板同士の接合が部分的なものとなり、熱処理による端面間の品質改善効果が得られなかつたりすることがなく、端面同士全体の密着性がよくSiC単結晶基板同士の接合一体化を確実にして単結晶SiCの大型化が図れるとともに、その大型の単結晶SiC全体に熱処理による品質改善効果を現出させることが可能である。

【0009】なお、SiC単結晶基板のポリタイプを表わす4H、6H、3Cの最初の数字は、結晶の1単位胞に含まれる原子単位層の層数を示し、後ろのアルファベットは、結晶系、すなわち、Hは六方晶系、Cは立方晶系を示し、3C-SiCを β -SiC、その他を α -SiCと総称することもある。

これら請求項3及び請求項7に記載の発明においても、Si

C単結晶基板の所定の面としては、

(0001)面、(1120)面および(1010)面から

なる群から選択されたものであればよい。

【0012】上記構成の請求項3及び請求項7に記載の発明は、上述した請求項1及び請求項5に記載の発明に

に提案した請求項1に記載の発明に係る単結晶SiCは、所定の面に対して傾斜する端面を有する複数枚のSiC単結晶基板をそれらの傾斜端面同士の突き合わせ状に重ねた状態で、不活性ガス雰囲気、かつ、Siの過剰雰囲気下で熱処理することにより、複数枚のSiC単結晶基板同士を接合し一体化してなることを特徴とし、また、請求項5に記載の発明に係る単結晶SiCの製造方法は、所定の面に対して傾斜する端面を有する複数枚のSiC単結晶基板をそれらの傾斜端面同士が突き合わせられるように重ねた状態で、これら複数枚のSiC単結晶基板を不活性ガス雰囲気、かつ、Siの過剰雰囲気下で熱処理することにより、複数枚のSiC単結晶基板同士を接合し一体化することを特徴とするものである。

【0007】

【外3】

【0010】また、請求項3に記載の発明に係る単結晶SiCは、所定の面に対し傾斜する端面を有する複数枚のSiC単結晶基板をそれらの傾斜端面同士を突き合わせ状に重ねた状態で、不活性ガス雰囲気、かつ、Siの過剰雰囲気下で熱処理することにより、複数枚のSiC単結晶基板同士を接合してなる単結晶SiCを種結晶とし、この種結晶の所定の面上に気相、液相もしくは固相成長によりSiC単結晶を一体に育成してなることを特徴とし、また、請求項7に記載の発明に係る単結晶SiCの製造方法は、所定の面に対し傾斜する端面を有する複数枚のSiC単結晶基板をそれらの傾斜端面同士が突き合わせられるように重ねた状態で、不活性ガス雰囲気、かつ、Siの過剰雰囲気下で熱処理することにより、複数枚のSiC単結晶基板同士が接合された単結晶SiCを製造し、この製造された単結晶SiCを種結晶として使用し、この種結晶の所定の面上に気相、液相もしくは固相成長によりSiC単結晶を一体に育成することを特徴とするものである。

【0011】

【外4】

より得られた大型かつ高品質の単結晶SiCを種結晶として活用し、この種結晶の所定の面、例えば(000

1) 面上に気相、液相もしくは固相成長によりSiC単結晶を一体に育成することで、一層大型で応用範囲の拡大が図れる単結晶SiCを得ることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面にもとづいて説明する。図1は請求項1及び請求項5に記載の発明に係る単結晶SiCの熱処理前の状態の断面構造を示す模式図であり、同図において、1は六方晶系(4H型)のSiC単結晶基板、2は六方晶系(6H型)のSiC単結晶基板であり、これら両SiC単結晶基板1、2の(0001)Si面1a及び(0001)C面2aを精密研磨により鏡面仕上げして厚みt1、t2を揃えるとともに、その面1a、2aに対して垂直方向(結晶方位を合わせた)の端面1b、2bは(0001)面に対して5~60°、好ましくは20°傾斜した面に切削されている。

【0014】上記両SiC単結晶基板1、2の傾斜端面1b、2bを精密研磨して鏡面仕上げした後、それら鏡面仕上げされた傾斜端面1b、2b同士が突き合わせにより互いに密着状態に重ねられるように、両SiC単結晶基板1、2をカーボンるつぼ(図示省略する)内のカーボン治具(グラフォイル)上に固定しカーボンるつぼにセットする。

【0015】一方、カーボンるつぼ内には、Arガスを吹き込むとともに、助剤として平均粒径が1700μmのα-SiC粉体の約20gと平均粒径が8μmのα-SiC粉体の約2gを加えることで不活性ガス雰囲気で、かつ、Siの過剰雰囲気とする。この雰囲気下で1900~2400°C、好ましくは2000°Cまで1時間

面3aや(1120)面あるいは(1010)面上に
気相成長もしくは液相成長によりSiC単結晶を一体に育成してもよく、いずれの場合も、面積的に大型で、かつ、肉厚の大きい単結晶SiCを得ることができる。

【0016】なお、上記実施の形態では、α-SiCの一例である4H-SiC単結晶基板1と6H-SiC単結晶基板2とを組み合わせて熱処理することについて説明したが、傾斜面同士が突き合わせ状に重ねられるSiC単結晶基板としては、α-SiC同士の組み合わせ、α-SiCとβ-SiCの組み合わせ、β-SiC同士の組み合わせのいずれでもよい。いずれの場合も上記のごとく製造された大型の単結晶SiC3は、ヘテロジャンクションを利用したHEMT(High Electron Mobility Transistor)、たとえば、高電子移動度の3C(1000cm²V/s.)や4H-SiC(900cm²V/s.)と比較的電子移動度の低い6H-SiC(450cm²V/s.)との組み合わせによるなどに有效地に応用することが可能である。

【0017】また、上記実施の形態では、両SiC単結晶基板1、2の傾斜端面1b、2bを直接に突き合わせ密着状態に重ねた上、熱処理したが、両傾斜端面1b、

かけて平均速度で昇温するとともに、その2000°Cの温度を30分間保持させるといった熱処理を行なうことにより、上記両SiC単結晶基板1、2同士をそれらの傾斜端面1b、2bが温度差によって全面において完全に接合された状態に一体化し、これによって、図2に示すように、面積的に大型サイズで高品質の単結晶SiC3が製造される。

【0018】上記のようにして製造された大型の単結晶SiC3は、それを所望の大きさに切断することで、例えば高温半導体電子素子の基板ウエハなどとして用いることができるるのはもちろん、図3に示すように、製造された大型の単結晶SiC3を種結晶とし、この種結晶となる大型単結晶SiC3の表面、即ち、(0001)面3aに熱化学的蒸着法などにより3C-SiC層4を成膜し、この複合体Mを上記と同様に、不活性ガス雰囲気で、かつ、Siの過剰雰囲気下で熱処理するという固相成長により、3C-SiC層4の少なくとも一部に単結晶SiC3に倣って同一の結晶方位を持つ単結晶部分6を一体に育成させることによって、図4に示すように、面積的に大型サイズであるだけでなく、肉厚Tも一層大きく、しかも、突き合わせ界面における歪みを消失させて品質的に一段と優れた単結晶SiC5を製造することができる。

【0019】ここでは、製造された大型の単結晶SiC3を種結晶として使用し、この種結晶の(0001)面3a上に固相成長によりSiC単結晶を一体に育成する大型単結晶SiCの製造方法について説明したが、これ以外に種結晶の(0001)

【外5】

面あるいは(1010)面上に
2b間にSiOまたはSiあるいはそれらの混合物を介在させて重ねることで、両傾斜端面1b、2bの密着性をより高めて熱処理してもよい。

【0020】

【発明の効果】以上のように、請求項1及び請求項5に記載の発明によれば、複数枚のSiC単結晶基板の所定の面、例えば(0001)面に対して傾斜する端面同士を突き合わせ状に重ねて熱処理することにより、傾斜端面同士の密着性がよくなり、SiC単結晶基板同士の接合一体化を確実にして大型で、しかも、全体に熱処理による品質改善効果が現出された高品質な単結晶SiCを得ることができる。これによって、単結晶SiCの応用範囲の著しい拡大を図れ、既存の半導体材料に比べて高温、高周波、耐電圧、耐環境性などに優れパワー・バイス用半導体材料として期待されている単結晶SiCの実用化を強力に促進することができるという効果を奏する。

【0021】また、請求項4及び請求項7に記載の発明によれば、上述した請求項1及び請求項5に記載の発明により得られた大型かつ高品質の単結晶SiCを種結晶

として活用し、この種結晶の所定の面、例えば(0001)面上に気相、液相もしくは固相成長によりSiC単結晶を一体に育成することにより、一層大型かつ肉厚の大きい単結晶SiCを得ることができ、その応用範囲を一段と拡大することができる。特に、固相成長による場合は、突き合わせ界面における歪みを消失させて品質にも一段と優れた単結晶SiCを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る単結晶SiCの熱処理前の状態の断面構造を示す模式図である。

【図2】熱処理(製造)された大型サイズかつ高品質な単結晶SiCの断面構造を示す模式図である。

【図3】大型サイズの単結晶SiCを種結晶として用い

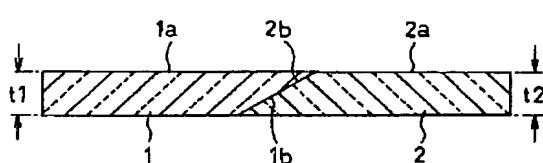
てSiC単結晶を一体に育成する時の熱処理前の状態の断面構造を示す模式図である。

【図4】最終的に得られた大型サイズかつ肉厚の大きい単結晶SiCの断面構造を示す模式図である。

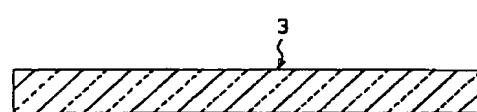
【符号の説明】

- 1 4H-SiC単結晶基板
- 1a (0001) Si面
- 2 6H-SiC単結晶基板
- 2a (0001) C面
- 1b, 2b 傾斜端面
- 3 大型サイズかつ高品質の単結晶SiC
- 4 3C-SiC層

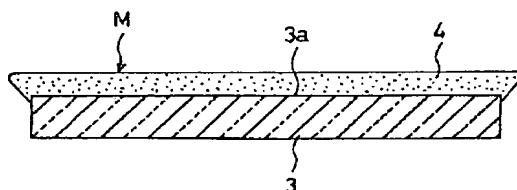
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

